

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 1月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-013398

[ST.10/C]:

[JP2003-013398]

出 願 人

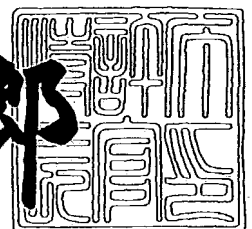
Applicant(s):

豊田合成株式会社

2003年 4月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3024432

【書類名】 特許願

【整理番号】 P02113TG

【提出日】 平成15年 1月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 33/00  
H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内

【氏名】 橋村 昌樹

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内

【氏名】 小西 茂輝

【特許出願人】

【識別番号】 000241463

【氏名又は名称】 豊田合成株式会社

【代理人】

【識別番号】 100087723

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤谷 修

【電話番号】 052-363-2558

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007445

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0012134

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体発光素子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

結晶成長基板上に窒化物系の化合物半導体層を複数層積層することにより形成された半導体ウエハから複数の発光素子を取り出す半導体発光素子の製造方法であって、

前記半導体発光素子の負電極となる、前記半導体ウエハ上に形成された金属層上からレーザビームを照射することにより、前記半導体ウエハを複数の前記半導体発光素子に分割するための、連続線状、点線状、破断線状、又は十文字状の分離溝を形成するレーザ照射工程

を有する

ことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 2】

分割前の前記半導体発光素子の外周略一周にわたって前記金属層を形成する金属層積層工程を有し、

前記レーザ照射工程では、

前記分離溝を前記外周略一周にわたって形成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 3】

前記レーザ照射工程の前に、

前記半導体ウエハの表面を覆う保護膜を形成する保護膜形成工程を有し、

かつ、

前記レーザ照射工程の後に、

前記保護膜を除去する保護膜除去工程を有する

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 4】

前記結晶成長基板の裏面を研磨することにより、前記結晶成長基板を肉薄化する基板研磨工程を有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 5】

前記結晶成長基板の裏面から前記分離溝に対面する分割線を形成する分割線形成工程を有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 項に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 6】

結晶成長基板上に窒化物系の化合物半導体層を複数層積層することにより形成された半導体ウエハから取り出される半導体発光素子であって、

請求項 1 乃至請求項 5 の何れか 1 項に記載の製造方法によって製造されたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 7】

ワイヤーボンディング型の半導体発光素子であって、

発光部を少なくとも部分的に外側から包囲する包囲形状を備えた外周負電極を有する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の半導体発光素子。

【請求項 8】

透光基板を有するフリップチップ型の半導体発光素子であって、

発光部を少なくとも部分的に外側から包囲する包囲形状を備えた外周負電極を有する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の半導体発光素子。

【請求項 9】

発光層の少なくとも一部の側壁の側方において、前記外周負電極が少なくとも前記発光層の高さまで形成されている

ことを特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載の半導体発光素子。

【請求項 10】

前記外周負電極の少なくとも一部分は、前記側壁上に絶縁膜を介して形成されている

ことを特徴とする請求項 9 に記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、結晶成長基板上に窒化物系の化合物半導体層を複数層積層することにより形成された半導体ウエハから取り出だされる半導体発光素子と、その製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 3 2 6 1 9 4 号公報

【特許文献 2】

特開平 7 - 1 3 1 0 6 9 号公報

【特許文献 3】

特開 2 0 0 1 - 2 8 4 2 9 3 号公報

【特許文献 4】

特開 2 0 0 1 - 2 8 4 6 4 2 号公報

【特許文献 5】

特開平 1 1 - 2 5 1 6 3 3 号公報

【特許文献 6】

特開平 1 0 - 1 6 3 5 3 1 号公報

【特許文献 7】

特開平 9 - 9 7 9 2 2 号公報

【0003】

上記の文献の内、特許文献 1 はレーザビームを照射することにより半導体ウエハを分割する際の分割方法に関するものである。また、特許文献 2 ～ 4 はダイシングにより半導体ウエハを分割する際の分割方法に関するものである。また、特許文献 5 ～ 7 は外周電極を有する半導体発光素子に関するものである。

【0004】

まず、図 9、図 10 を用いて、半導体ウエハに対するレーザビームの一般的な照射作用を説明する。図 9 は発光ダイオード (LED) に関するものであるが、半導体ウエハを分割して多数の半導体チップを取り出すために、ウエハ上にレーザビームを照射すると、例えばこの図 9 に例示する様に、基板や半導体層がレーザビームの熱で溶けて、半導体チップの外周の分割部分に溶融層が形成される。この溶融層は、透光性を持たず、発光層から出力された光を吸収するため、LED の外部量子効率を低下させる大きな要因となる。

## 【 0 0 0 5 】

また、図 10 に例示する様に、レーザビームの照射により (a)、(b)、(c) の順で半導体ウエハに分離溝 S を形成する際には、半導体層 (p/n) や基板 (S a p.) が溶融後蒸発飛散して、露出している半導体層の上面に付着し、半導体層の上面を汚染する。この様な汚染物 (付着物) も半導体発光素子の外部量子効率を低下させる大きな要因となる。

## 【 0 0 0 6 】

半導体発光素子の外部量子効率の向上に反するこれらの劣化要因 (溶融層や付着物) は、簡単に排除することが容易でないため、従来はダイシングカッターやスクライビングカッター等を用いたウエハの分離方法が一般に用いられてきた。例えば、上記の特許文献 2 ～特許文献 4 等に記載されている分離方法等がそれに当たる。

## 【 0 0 0 7 】

図 11 は、従来の分離方法を用いて製造することができる半導体チップ 21 の平面図である。この半導体チップ 21 は、n 層 2 (n 型層) の上部露出面上に外周負電極 5 a を有する n 電極 (負電極) 5 を備えている所に特徴がある。また、符号 4 は p 層 (p 型層) を、符号 8 は正電極 (又は電極パッド) をそれぞれ表している。p 層 4 の上面には、広く一様に透光性薄膜金属層を形成しても良い。

外周負電極を有する公知の LED については、例えば上記の特許文献 5 ～ 7 等にその記載がある。

## 【 0 0 0 8 】

図 12 に、分割前の半導体チップ 21 を多数有する従来の半導体ウエハ 20 の

部分的な平面図を例示する。生産効率を考え、1枚のウエハ上には実際にはもっと多数のチップを並べることが多い。符号 $L$ は、半導体ウエハ20上で隣り合う半導体チップ21間の各発光層の間隔を表している。

## 【0009】

図13に、この半導体ウエハ20の部分的な断面図を示す。結晶成長基板1上には、結晶成長により、 $n$ 層2、発光層3、 $p$ 層4が順次積層されている。勿論、各層は多層構造にしても良い。

符号 $L_1$ は発光層3の側壁から外周負電極5aの光反射面までの間隔を表しており、最低でも発光層3等の側方の他の半導体層と確実に絶縁できるだけの距離が必要である。この長さ $L_1$ は外周負電極5aを構成する金属層のパターン形成精度等にも依存する。

## 【0010】

また、符号 $L_2$ は外周負電極5aの幅を表している。この幅は、 $n$ 層2に対する接着強度、電流密度分布、加工精度、小型化等の諸要件を満たすために、通常少なくとも約 $10\mu m$ 程度以上に設定される。

半導体ウエハ20上における左右両チップの外周負電極5a間の距離 $\Delta$ は以下の式(1)で与えられる。

## 【数1】

$$\Delta = L - 2(L_1 + L_2) \quad \dots (1)$$

尚、図13(b)は、分離溝Sがダイシングにより左右両チップの外周負電極5aの間に形成された様子を示している。

## 【0011】

通常、上記の間隔 $\Delta$ で表される部位は、ダイシング実行前に金属層が取り除かれる。スクライビングカッターやダイシングカッター等は、ダイヤモンドの粒(小片)を多数集めて形成されたものが多く、一般に高価である。上記の金属層を取り除かずにダイシング工程を実行すると、高価なカッターが目詰まりを起こしてすぐに使用に耐えないものとなるため、生産効率や生産コストを維持するためには、上記の間隔 $\Delta$ で表される部位の金属層は、最初から成膜しないか、或いは成膜後に取り除かざるを得ない。



## 【 0 0 1 2 】

したがって、間隔 $\Delta$ の値は、カッターで形成される分離溝Sの幅よりも十分に広く取る必要がある。これは、カッターの形状精度、カッターの位置づけ精度、或いは金属層の除去処理の加工精度等にも限界があるためであり、カッターの目詰まりを確実に防止するためには止むを得ない。

通常、カッターによって形成される分離溝Sの幅は少なくとも $30\mu\text{m}$ 以上であり、また、分離溝と外周負電極5aとの間に設けるべき余裕（間隔）は少なくとも $5\sim 10\mu\text{m}$ 以上必要なので、上記の間隔 $\Delta$ の値は、最低でも $40\sim 50\mu\text{m}$ 以上は必要となる。

## 【 0 0 1 3 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の間隔 $\Delta$ の増大に伴う、隣り合う左右両チップの各発光層3の間隔Lの増大は、図12からも判る様に半導体ウエハ20から取り出すことができる半導体チップ21の個数を確実に減少させる。

また、分離溝Sを深く形成すると当然分離溝Sの幅も広くなってしまう傾向にあり、逆に、分離溝Sを浅く形成すると、図13(b)に図示する様に、チップの分離工程において、結晶成長基板1にクラック1dが入り易くなる。

## 【 0 0 1 4 】

図14は、その他の従来技術を説明する他の半導体ウエハの断面図である。レーザービームの照射により形成することができる分離溝の幅は約 $10\mu\text{m}$ 程度であり、カッターによって形成される分離溝Sの幅（ $30\mu\text{m}$ 以上）よりも確かに細いが、レーザービームの照射工程を導入すると前述の付着物（汚染物）の問題が派生する。

## 【 0 0 1 5 】

また、例えこの付着物の問題が仮に回避できたとしても、単純に分離溝形成工具をレーザーからカッターに入れ換えただけでは、上記の間隔 $\Delta$ を大幅に削減することは難しい。即ち、単純に分離溝形成工具をレーザーからカッターに入れ換えただけでは、上記の間隔 $\Delta$ に対する削減効果としては、高々 $20\mu\text{m}$ （ $=30\mu\text{m}-10\mu\text{m}$ ）程度の値しか期待することができない。

## 【 0 0 1 6 】

本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、半導体ウエハからより多数の半導体チップを取り出すことである。また、本発明の更なる目的は、発光効率の高い半導体発光素子を従来よりも低コストで製造することである。

## 【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段、並びに、作用及び発明の効果】

上記の課題を解決するためには、以下の手段が有効である。

即ち、本発明の第 1 の手段は、結晶成長基板上に窒化物系の化合物半導体層を複数層積層することにより形成された半導体ウエハから複数の発光素子を取り出す半導体発光素子の製造工程において、半導体ウエハ上に形成された半導体発光素子の負電極となる金属層上からレーザビームを照射することにより、半導体ウエハを複数の半導体発光素子に分割するための、連続線状、点線状、破断線状、又は十文字状の分離溝を形成するレーザ照射工程を設けることである。

## 【 0 0 1 8 】

この様な方法にしたがえば、同一面積の 1 枚の半導体ウエハから取り出すことができる、同等性能か或いは同等性能以上の半導体チップの数を従来よりも増加させることができる。

図 1 は本発明に係わる半導体ウエハ 1 0 の平面図であり、図 2 はこの半導体ウエハ 1 0 の部分的な断面図である。符号 5 0 は n 層 2 (n 型層) の露出面上に蒸着された金属層を表している。また、符号 L は前記と同様に、半導体ウエハ 1 0 上で隣り合う各半導体チップ間の各発光層の間隔を表している。

## 【 0 0 1 9 】

例えばこの様に、上記の間隔  $\Delta$  の部位にそのまま一様に金属層 5 0 を成膜しておき、その上からレーザビームを照射すれば、上記の間隔  $\Delta$  の値を概ねレーザビームの照射により形成することができる分離溝 S の幅 (約  $10 \mu\text{m}$  程度) まで削減することができる。したがって、この削減効果により、前述の考察や式 (1) 等からも判る様に、上記の方法によれば図 1 2 の間隔 L を、図 1、図 2 に例示する様に少なくとも  $30 \sim 40 \mu\text{m}$  程度は削減することができる。

## 【0020】

また、この方法によれば、レーザビームの照射による溶融層やアニーリング部が金属層50と半導体層（n層2）との接合部に形成されるため、金属層（n電極）と半導体層との接合強度が増強される。これにより、半導体発光素子の耐久性や寿命が向上すると言う副次的な効果も得られる。

また、図2に例示する様に、金属層50から外周負電極5aを形成する場合などには、この金属層50に阻まれて、溶融層は発光層3の周辺に形成される恐れが無くなる。したがって、発光層3から出力される光が、発光層3の側方で溶融層によって吸収される恐れも無くなる。

## 【0021】

また、本発明の第2の手段は、上記の第1の手段において、分割前の半導体発光素子の外周略一周にわたって金属層を形成する金属層積層工程を設け、また、上記のレーザ照射工程では、上記の分離溝を外周略一周にわたって形成することである。

この様にすれば、発光層3から出力される光が、発光層3の側方で溶融層によって吸収される恐れが、半導体チップの周囲一周にわたって無くなる。この様な方法は、特に外周電極を有する発光素子において有効であり、その場合には、チップ幅の縮小効果と、金属層（n電極）と半導体層との接合強度を増強する上記の副次効果を、チップの四方全周に渡って得ることができる。

## 【0022】

また、第3の手段は、上記の第1又は第2の手段において、レーザ照射工程の前に半導体ウエハの表面を覆う保護膜を形成する保護膜形成工程を設け、かつ、レーザ照射工程の後に保護膜を除去する保護膜除去工程を設けることである。

この様な方法によれば、半導体ウエハの表面に前述の汚染物の付着を防止することができる。このため、半導体チップの上面からの光の透過効率を、カッターを用いて半導体ウエハを分割する場合と同等に維持することができる。

## 【0023】

また、第4の手段は、上記の第1乃至第3の何れか一つの手段において、結晶成長基板の裏面を研磨することにより、結晶成長基板を肉薄化する基板研磨工程

を設けることである。

この様な工程を設ければ、分離溝が比較的浅い場合でも、ウエハを各チップ間の分離溝に沿って、無理なく綺麗に分割することができる。また、基板等にクラックが入り難くなる。

また、基板を肉薄化すれば、出力光の基板に対する透過効率が向上するので、フリップチップ型の発光素子を作る場合にも、基板底面に反射層を有すワイヤーボンディング型の発光素子を作る場合にも、外部量子効率が向上する。

#### 【 0 0 2 4 】

また、第5の手段は、上記の第1乃至第4の何れか一つの手段において、結晶成長基板の裏面から分離溝に対面する分割線を形成する分割線形成工程を設けることである。

この様な工程を設ければ、分離溝が比較的浅い場合でも、ウエハを各チップ間の分離溝に沿って、無理なく綺麗に分割することができる。また、基板等にクラックが入り難くなる。

#### 【 0 0 2 5 】

更に、本発明の第6の手段は、結晶成長基板上に窒化物系の化合物半導体層を複数層積層することにより形成される半導体発光素子を、上記の第1乃至第5の何れか一つの手段に基づく製造方法により、結晶成長基板上に窒化物系の化合物半導体層を複数層積層することにより形成された半導体ウエハから取り出すことである。

この様な手段によれば、金属層と化合物半導体層との接続部に、金属層と化合物半導体層との接続強度を追補・増強する溶融部や、或いはアニーリング部（例：図10（c）の熱影響部）等が形成されるため、電極などを構成する金属層と半導体層との接着強度が増強されて、半導体発光素子の耐久性が向上する。

#### 【 0 0 2 6 】

また、第7の手段は、上記の第6の手段を用いて、ワイヤーボンディング型の半導体発光素子に、発光部を少なくとも部分的に外側から包囲する包囲形状を備えた外周負電極を設けることである。

この様にすれば、発光層3から出力される光が、発光層3の側方で溶融層によ

って吸収される恐れが、半導体チップの周囲一周にわたって無くなる。このような方法は、特に外周電極を有する発光素子において有効であり、その場合には、チップ幅の縮小効果と、金属層（n電極）と半導体層との接合強度を増強する上記の副次効果を、チップの四方全周に渡って得ることができる。

#### 【 0 0 2 7 】

また、第8の手段は、上記の第6の手段を用いて、透光基板を有するフリップチップ型の半導体発光素子に、発光部を少なくとも部分的に外側から包囲する包囲形状を備えた外周負電極を設けることである。

この様にすれば、発光層3から出力される光が、発光層3の側方で溶融層によって吸収される恐れが、半導体チップの周囲一周にわたって無くなる。このような方法は、特に外周電極を有する発光素子において有効であり、その場合には、チップ幅の縮小効果と、金属層（n電極）と半導体層との接合強度を増強する上記の副次効果を、チップの四方全周に渡って得ることができる。

また、透光基板を有するフリップチップ型の半導体発光素子の場合、必ずしも前述の保護膜形成工程や保護膜除去工程を新規に設けなくとも、後述の第2実施例で言及する様に、外部量子効率を十分に維持できる場合がある。

#### 【 0 0 2 8 】

また、第9の手段は、上記の第7又は第8の手段に基づき、発光層の少なくとも一部の側壁の側方において、外周負電極が少なくとも発光層の高さまで形成することである。

この構成に従えば、例えば図5に例示する様に、発光層の側壁から出力される一部の光が効率よく反射されて、外部量子効率が向上する場合がある。

#### 【 0 0 2 9 】

また、第10の手段は、上記の第9の手段において、外周負電極の少なくとも一部分を、側壁上に絶縁膜を介して形成することである。

この構成に従えば、例えば図13等に示した発光層3の側壁から外周負電極5aの光反射面までの間隔 $L_1$ に付いて、金属層と発光層3等の側方の他の半導体層との絶縁状態を維持又は確実化した上で、 $L_1$ の値をより小さくできる場合がある。

## 【0030】

また、図6に例示されるフリップチップ型の半導体チップ（第2実施例）等の場合、反射層を兼ねた外周負電極（230）を、反射効率向上を目的としてより広範に形成する際にも、上記の絶縁膜が非常に有用となることがある。

## 【0031】

尚、上記の半導体発光素子は、面発光型のLDであっても、或いは端面発光型のLDであっても良い。LDに係わる実施例とその作用・効果に付いても、後述の第3実施例で具体的に例示する。

以上の本発明の手段により、前記の課題を効果的、或いは合理的に解決することができる。

## 【0032】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。ただし、本発明は以下に示す実施例に限定されるものではない。

## 〔第1実施例〕

図3に半導体ウエハ10（図1）から取り出された半導体チップ11の平面図を示す。この半導体チップ11は、ワイヤーボンディング型のLEDの主要部分を構成するものである。

## 【0033】

外周負電極5aの回り一周にわたって、熔融層7が形成されている点が、前述の半導体チップ21（図11）とは異なっている。符号8は正電極（又は電極パッド）を表している。外周負電極5aを備えた負電極5は、n層2（n型層）の露出面上に金属層50（図1、図4）を成膜することにより形成されたものである。p層4の上には、薄い透光性の金属層を略一様に積層しても良い。

## 【0034】

## （半導体ウエハ10の製造工程）

厚さ約300 $\mu$ mのサファイアから成る結晶成長基板1上に総膜厚約5 $\mu$ mの多層構造のIII族窒化物系化合物半導体層（n層2、発光層3、p層4）を積層して、約3000個のpnダブルヘテロ接合構造の青色LED素子（半導体チッ

プ11の原型)を形成した。金属層50は、エッチングにより露出されたn層2上に蒸着により成膜する。LED素子の1辺は約 $350\mu\text{m}$ である。

#### 【0035】

(半導体チップ11の取り出し工程)

図4の(a)～(c)に、上記の半導体チップ11の取り出し手順を示す。

(a) 保護膜6の形成

上記の半導体ウエハ10の上面(素子形成面)に、透明樹脂からなる保護膜6を樹脂塗布工程、樹脂硬化工程を経て形成する(図4(a))。

#### 【0036】

(b) レーザ照射工程

次に、YAGレーザーの第3次高調波(波長 $355\text{nm}$ )を用い、ビーム径約 $10\mu\text{m}$ のレーザービームを照射して、エッチングにより露出されたn層2の露出面より更に約 $20\mu\text{m}$ ～ $30\mu\text{m}$ 程度深い連続線状の分離溝Sを形成した(図4(b))。

#### 【0037】

(c) 分離前処理と分離

この後、保護膜6を除去し、サファイア基板1の裏面11を研磨して薄肉化させ、 $100\mu\text{m}$ 厚の薄肉化ウエハ10を得た。図4(c)の符号1aは、この研磨処理により得られた処理面を表している。

次に、この処理面(半導体ウエハ10の裏面)上に、スクライバーを用いて分割線1bを形成した。

この後、上記の保護膜6を除去し、ローラブレイキングにより結晶成長基板1を割って、半導体ウエハ10を個々の青色LED素子(図3の半導体チップ11)に分離した。

#### 【0038】

図5は、以上の各工程を経て得られる半導体チップ11の有用性を説明するチップの部分的な断面図である。例えば上記の様に、反射面を有する外周負電極5a(n電極)を発光層3以上の高さまで形成することにより、発光層3の側壁から出力される光をも、上方に取り出すことができるので、半導体チップ11

の構成によれば、外部量子効率を大きく確保することができる。

また、この様な構成によれば、金属層（n 電極 5 a）と化合物半導体層（n 層 2）との接続部に、これらの金属層と化合物半導体層との接続強度を追補・増強する溶融層 7（図 1 0（c）の溶融部に相当する）や、或いは、図 1 0（c）の熱影響部に相当する図略のアニーリング部等が形成されるため、外周負電極 5 a を構成する金属層と半導体層（n 層 2）との接着強度が増強されて、素子の耐久性や歩留りが向上する。

#### 【 0 0 3 9 】

上記の製造方法によって得られる、発光層側壁から外周負電極の光反射面までの間隔  $L_1$ 、外周負電極の幅  $L_2$ 、溶融層の厚さ  $L_3$ 、分離溝の幅の半分（溶融層壁面からチップ分割面間の距離） $L_4$  の各部の寸法は以下の通りである。

#### 【 数 2 】

$$L_1 \cong 8 \mu m,$$

$$L_2 \cong 10 \mu m,$$

$$L_3 \cong 2 \mu m,$$

$$L_4 \cong 5 \mu m,$$

$$L = 2 (L_1 + L_2 + L_3 + L_4) \cong 50 \mu m \quad \dots (2)$$

#### 【 0 0 4 0 】

例えばこの様に、本発明により前述の寸法  $L$  を従来よりも格段に小さく抑えることができる。これにより、半導体ウエハから外周負電極 5 a を持たない従来の半導体チップを取り出す時と略同等の面積効率で、外周負電極 5 a を有する発光効率の高い半導体チップを取り出すことができる。即ち、本発明により、同面積の半導体ウエハから従来よりも高性能な半導体チップを略同数取り出すことができる。

#### 【 0 0 4 1 】

外周電極の発光効率に及ぼす作用・効果については、前記の特許文献 6 ～ 7 等にも記載されている。これらの周知の作用・効果と同様に上記の外周負電極 5 a は、電流密度分布の偏りに基づく駆動電圧の上昇や発光ムラの発生を抑止するので、本発明を利用すれば、前述の外部量子効率の向上効果と共に、内部量子効率



を大いに向上させる効果をも同時に得ることができる。

#### 【0042】

尚、上記の半導体素子構成において、p層4と正電極8との間には、透光性の金属層を幅広く形成しても良い。例えば、適当な金属をp層4の上面に広く一様に薄く蒸着すると、更に発光ムラが抑制されて発光効率が向上する等の効果を同時に得ることができる。また、この様な金属層（p電極）は多層構造としても良い。

例えば電極の積層構成等を始めとするこれらのワイヤーボンディング型のLEDに関するより望ましい諸構成としては、例えば「特開2000-188421：III族窒化物系化合物半導体素子」に記載されている各部位の各種の構造等の、周知或いは任意の構成を適用しても良い。

#### 【0043】

##### 〔第2実施例〕

本第2実施例では、フリップチップ型のLEDに用いる半導体チップについて具体的に例示する。

図6に、本第2実施例に係わる半導体チップ200の断面図（a）、及び平面図（b）を示す。

#### 【0044】

図6の各符号に付いては、201はサファイア基板、202は窒化アルミニウム（AlN）からなるバッファ層、203はシリコン（Si）ドーパの窒化ガリウム（GaN）からなる高キャリア濃度のn型窒化ガリウム系化合物半導体層、204は $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ （ $0 < x < 1$ ）からなる発光層、207はp型の $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ （ $0 < y < 1$ ）からなるp型クラッド層205とp型の窒化ガリウム（GaN）からなるp型コンタクト層206より構成されたp型窒化ガリウム系化合物半導体層をそれぞれ示しており、更に、210はニッケル（Ni）よりなる正電極、220は $\text{SiO}_2$ からなる絶縁膜、230はV（バナジウム）／Al（アルミニウム）よりなる負電極（外周負電極）をそれぞれ示している。ここでは絶縁膜220は薄く、透光性を示す。

#### 【0045】

即ち、この発光素子 2 0 0 では、エッチングにより形成された n 型半導体層 2 0 3 の側壁面 1 0 より、各半導体層 (2 0 4, 2 0 5, 2 0 6) の各側壁面 1 0 を経て、半導体層 2 0 7 (層 2 0 5 と層 2 0 6) の上部露出面や、更に半導体層 2 0 7 の上に形成された正電極 2 1 0 の上部露出面の一部分にまで渡って、絶縁膜 2 2 0 が形成されている点が非常に特徴的であり、更に、負電極 2 3 0 が、n 型半導体層 2 0 3 の上部露出面より、絶縁膜 2 2 0 上の広い範囲に渡って形成されている点が最も大きな特徴となっている。

## 【 0 0 4 6 】

更に、n 型窒化ガリウム系化合物半導体から成る n 型半導体層 2 0 3 の上部露出面は、発光素子 2 0 0 の外周一周に渡って形成されており、負電極 2 3 0 (外周負電極) は、この n 型半導体層 2 0 3 の上部露出面全周に渡って形成された構成となっている。

## 【 0 0 4 7 】

また、発光素子 2 0 0 においては、負電極 2 3 0 が正電極 2 1 0 の上方にまで達していない部分があるが、n 型半導体層 2 0 3 を流れる電流の電流路の対象性を確保するためには、特に問題とはならない。また、正負の両電極間でショートが生じ易い場合などには、本図 6 の様な構成にした方が良い場合がある。

ただし、各半導体層の側壁面 1 0 から漏れる光を負電極により反射させて、サファイア基板面側から取り出せるようにする意味では、負電極 2 3 0 は、全周に渡って正電極 2 1 0 の上方にまで達していた方が、高光度を実現する上でより望ましい。

## 【 0 0 4 8 】

絶縁膜 2 2 0 は、側壁面 1 0 と負電極 2 3 0 との絶縁を確実に保ちつつ、側壁面 1 0 と負電極 2 3 0 の光反射面との距離を削減するための効果的な手段として有効である。即ち、この削減効果は、半導体ウエハ面積効率 (：半導体ウエハの単位面積に対する半導体チップの取り出し個数) の向上にも寄与する。

例えば以上の様に、前述の本発明の諸手段は、フリップチップ型の LED にも大いに有効である。

## 【 0 0 4 9 】

また、この様なフリップチップ型のLEDの主要部と成る半導体チップ200を製造する場合には、図6からも判る様に、各半導体層(203, 204, 207)が、絶縁膜220や各電極(210, 230)等に覆われるので、必ずしも前述の第1実施例の様に、保護膜6(図4)を用いる必要が無い。したがって、これらの場合には、必ずしも前述の保護膜形成工程や保護膜除去工程を設ける必要がなく、よって、効率的にレーザ照射工程を導入することができる。

## 【0050】

## 〔第3実施例〕

本発明は、LD(半導体レーザ)に付いても適用することができる。

本第3実施例で例示する半導体発光素子は、端面発光型のLD(半導体レーザ)であって、負電極を構成する金属層上からのレーザ照射によって形成される分離溝は、LDの共振器の共振方向に対して略平行に設けられる。

図7に本第3実施例に係わる半導体チップ100の斜視図を示す。

## 【0051】

サファイヤ基板101の上には、窒化アルミニウム(AlN)から成るバッファ層102が積層されている。更にその上には、シリコン(Si)ドーブのGaNから成る高キャリア濃度 $n^+$ 層、及びGaNから成るn型クラッド層の順に積層されたn型層103が形成されている。

## 【0052】

更にその上には、公知の端面発光型レーザダイオードに見られる端面発光型の活性層104が形成されている。

この活性層104の上には、マグネシウム(Mg)ドーブのp型のAlGaInから成るp型クラッド層、及びMgドーブのp型のGaNから成るp型コンタクト層の順に積層されたp型層105が形成されている。

## 【0053】

n型層103は、上方(p型層105側)からのエッチングによりその一部が露出され、本エッチングにより、平頂な共振器部分と、浸食残骸部とが形成されている。

本エッチングにおいては、レジストマスクの膜厚を共振器に近い部分程薄くす

ることにより、半導体層がエッチングされる深さを調整しており、これによりテーパ部Cが形成されている。

尚、本図において記号Aは端面発光型の共振器の平頂部を表し、記号Bは浸食残骸部の半導体の最上層の上面を表しており、記号Cはテーパ部を示している。

#### 【0054】

共振器の平頂部（p型層105）の上には、ニッケル（Ni）より成る正電極106が、蒸着により成膜されている。

露出したn型層103の露出部から傾斜した半導体層の側壁（上記のテーパ部）を経て、浸食残骸部の半導体の最上層の上面にかけては、V（バナジウム）／Al（アルミニウム）より成る負電極107が、蒸着により成膜されている。このテーパ部の傾斜は垂直に切り立っている他の側壁に比べ、十分になだらかなため、このテーパ部Cにもムラなく十分に膜厚のある負電極107が形成されている。

即ち、上記の正電極106と負電極107の両者は略同じ膜厚に形成されている。

#### 【0055】

以上の様な半導体チップ100（LD）に関しては、例えば「特開2001-102673：III族窒化物系化合物半導体レーザダイオード」等に、その特徴や有用性等がより詳しく記載されている。

図8に複数の半導体チップ100'（／100）を有する半導体ウエハの分割方法を例示する部分的な平面図（a）（／（b））を示す。ここで、平面図（a）は、本願に基づいて端面発光型レーザの半導体チップ100'を分離する際の分離方法を示すものであり、また、平面図（b）は、従来の分離方法に基づいて端面発光型レーザの半導体チップ100を分離する際の分離方法を示すものである。

#### 【0056】

図8の平面図（a）の分離方法では、半導体ウエハ上に形成された半導体発光素子の負電極となる金属層上からレーザビームを照射することにより、半導体ウエハを複数の半導体発光素子に分割するための、連続線状の分離溝Sを形成する

。本図（a）の分割線Sは、幅が約 $10\mu\text{m}$ 程度と細い。

例えばこの様な分離溝Sを負電極107を構成する金属層上から加工形成することにより、前述の第1実施例と略同様の作用により、1チップに必要となる半導体ウエハの大きさを図中のx軸方向に大幅に削減することができる。

#### 【0057】

また、負電極107の平頂部のx方向（共振器の共振方向yに垂直な方向）の最大幅Dは、半導体チップ100'をヒートシンク等に、安定させて正確かつ確実に固定するために、或いは、熱伝導効率を十分に確保するために、少なくとも $30\mu\text{m}$ 程度は確保しておくことが望ましい。しかしながら、この幅Dは必ずしもy方向に沿って全体的にあらゆる点で確保される必要はない。

また、レーザビームの照射による分離溝の形成処理においては、分離溝を曲線的に形成することも容易である。ダイヤモンドカッター等を使う場合には、カッターの性質上、分離溝は直線的に成りがちであるが、レーザビーム照射の場合には、その様な指向性が何ら存在しないからである。

#### 【0058】

そこで、図8（a）が示す分離方法においては、分離溝Sの形状を略正弦波形状としている。

例えば、この様な方法にしたがえば、同一面積の1枚の半導体ウエハから取り出すことができる、同等性能か或いは同等性能以上の半導体チップの数を、更に増加させることができる。

#### 【0059】

尚、本発明の適用対象は、必ずしも上記の様なLEDやLDに限定されるものではない。その他にも、例えば面発光型のLDや、半導体受光素子や、或いはその他の一般の半導体素子においても、本発明の手段により、本発明の作用・効果を得ることができる場合がある。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の第1実施例に係わる半導体ウエハ10の平面図。

#### 【図2】

半導体ウエハ 1 0 の部分的な断面図。

【図 3】

半導体ウエハ 1 0 から取り出された半導体チップ 1 1 の平面図。

【図 4】

半導体チップ 1 1 の取り出し手順に関する図。

【図 5】

半導体チップ 1 1 の有用性を説明する部分的な断面図。

【図 6】

本発明の第 2 実施例に係わる半導体チップ 2 0 0 の断面図 ( a ) 、 及び平面図 ( b ) 。

【図 7】

本発明の第 3 実施例に係わる半導体チップ 1 0 0 の斜視図。

【図 8】

複数の半導体チップ 1 0 0 ' ( / 1 0 0 ) を有する半導体ウエハの分割方法を例示する部分的な平面図 ( a ) ( / ( b ) ) 。

【図 9】

半導体ウエハに対するレーザビームの一般的な照射作用を説明する説明図。

【図 1 0】

半導体ウエハに対するレーザビームの一般的な照射作用を説明する説明図。

【図 1 1】

従来の半導体チップ 2 1 の平面図。

【図 1 2】

分割前の半導体チップ 2 1 を多数有する従来の半導体ウエハ 2 0 の平面図。

【図 1 3】

半導体ウエハ 2 0 の部分的な断面図。

【図 1 4】

その他の従来技術を説明する他の半導体ウエハの断面図。

【符号の説明】

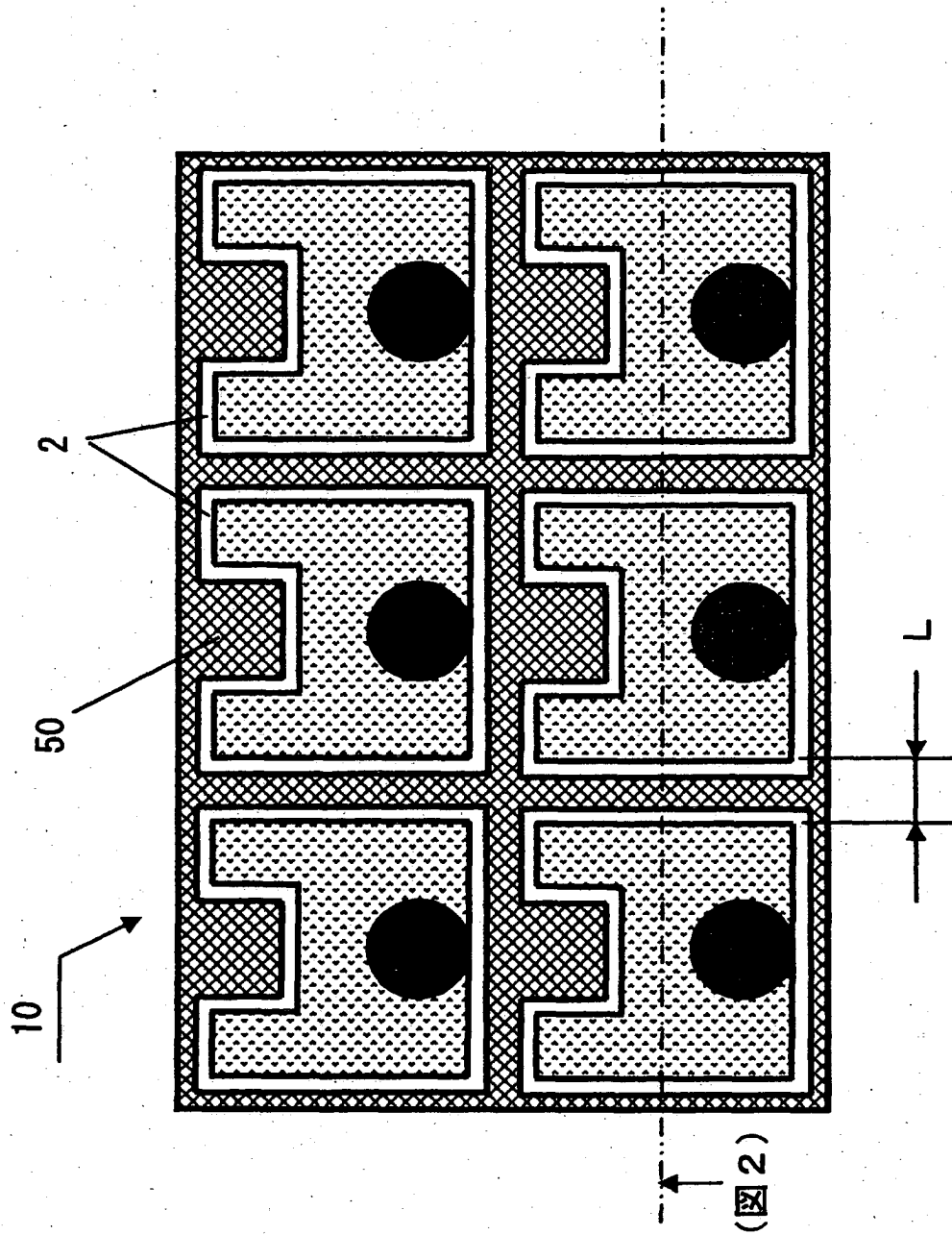
L … 半導体ウエハ上で隣り合う半導体チップ間の発光層の間隔

- L<sub>1</sub> … 発光層側壁から外周負電極の光反射面までの間隔
- L<sub>2</sub> … 外周負電極の幅
- L<sub>3</sub> … 溶融層の厚さ
- L<sub>4</sub> … 分離溝の幅の半分（溶融層壁面からチップ分割面間の距離）
- S … 分離溝
- 1 … 結晶成長基板
- 1 a … 結晶成長基板の肉薄化処理面
- 1 b … 結晶成長基板の分割線
- 1 d … 結晶成長基板のクラック
- 2 … n 層（n 型層）
- 3 … 発光層
- 4 … p 層（p 型層）
- 5 … n 電極（負電極）
- 5 a … 外周負電極
- 5 0 … 金属層
- 6 … 保護膜
- 7 … 溶融層
- 8 … 正電極（又は電極パッド）
- 1 0 … 半導体ウエハ（本願に基づく分離方法）
- 1 1 … LED の半導体チップ（本願に基づく分離方法）
- 2 0 … 半導体ウエハ（従来分離方法）
- 2 1 … LED の半導体チップ（従来分離方法）
- 2 0 0 … フリップチップ型 LED の半導体チップ
- 2 2 0 … 絶縁膜
- 2 3 0 … 外周負電極
- 1 0 0 … 端面発光型レーザの半導体チップ（従来分離方法）
- 1 0 0' … 端面発光型レーザの半導体チップ（本願に基づく分離方法）

【書類名】

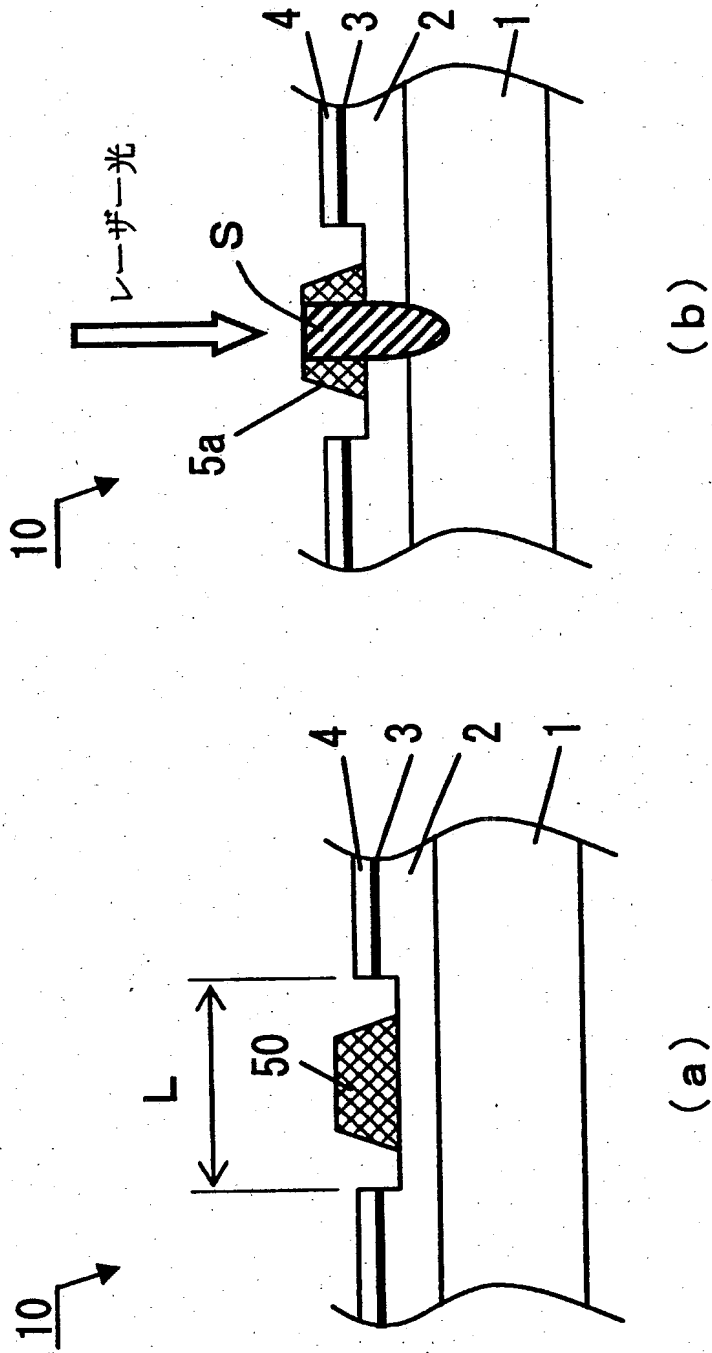
図面

【図 1】

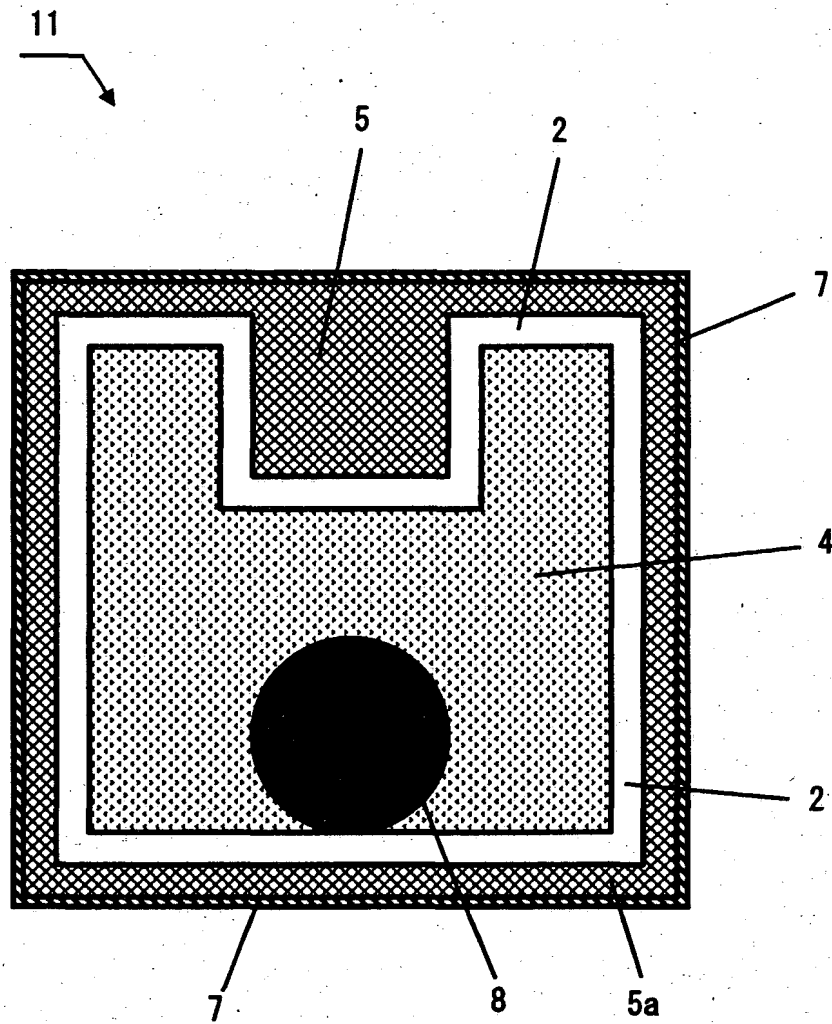




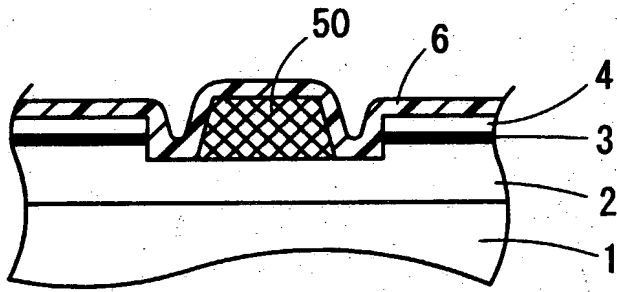
【図2】



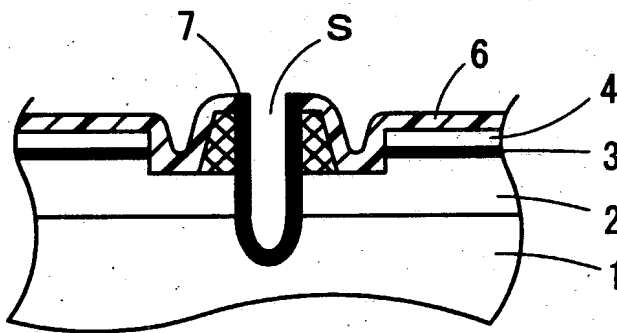
【図 3】



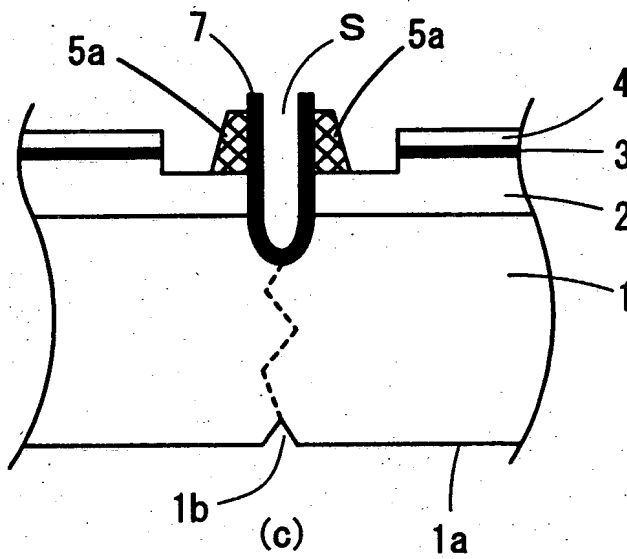
【图 4】



(a)

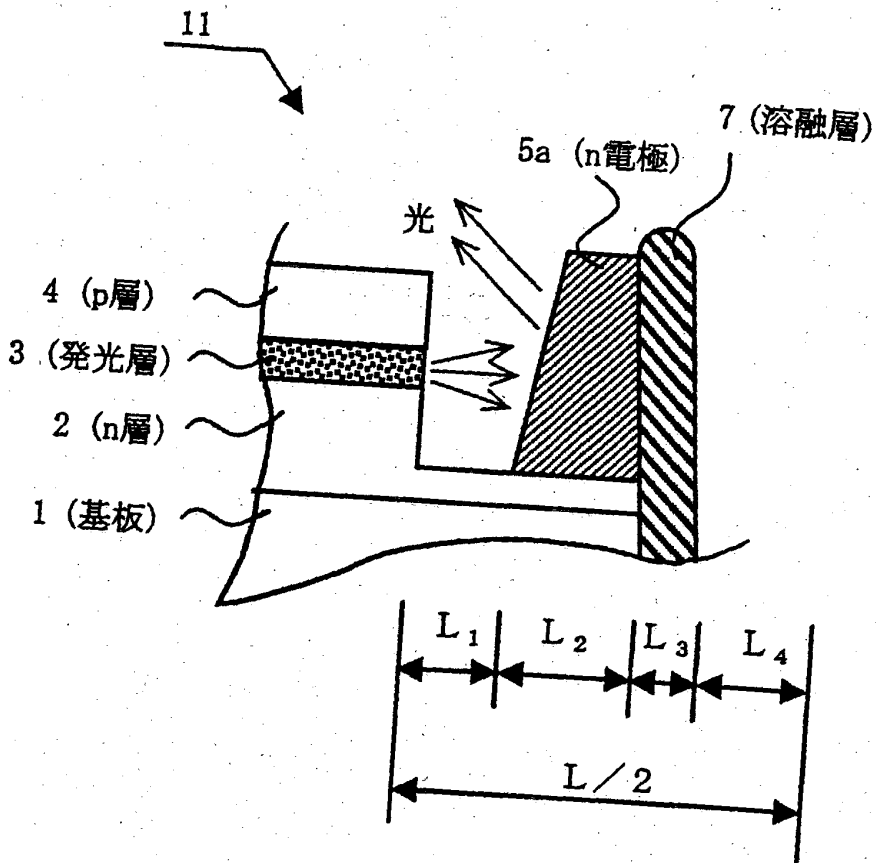


(b)

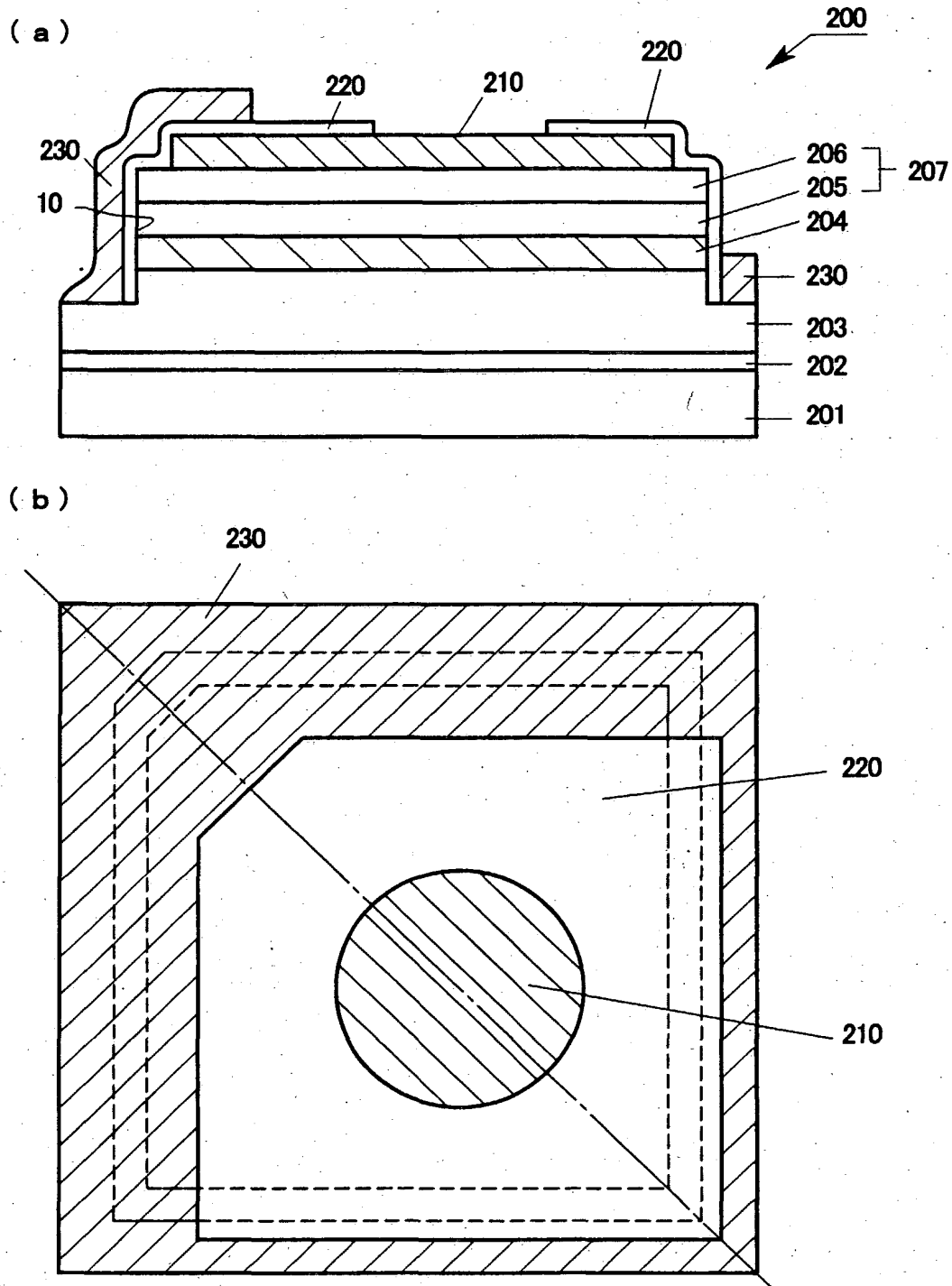


(c)

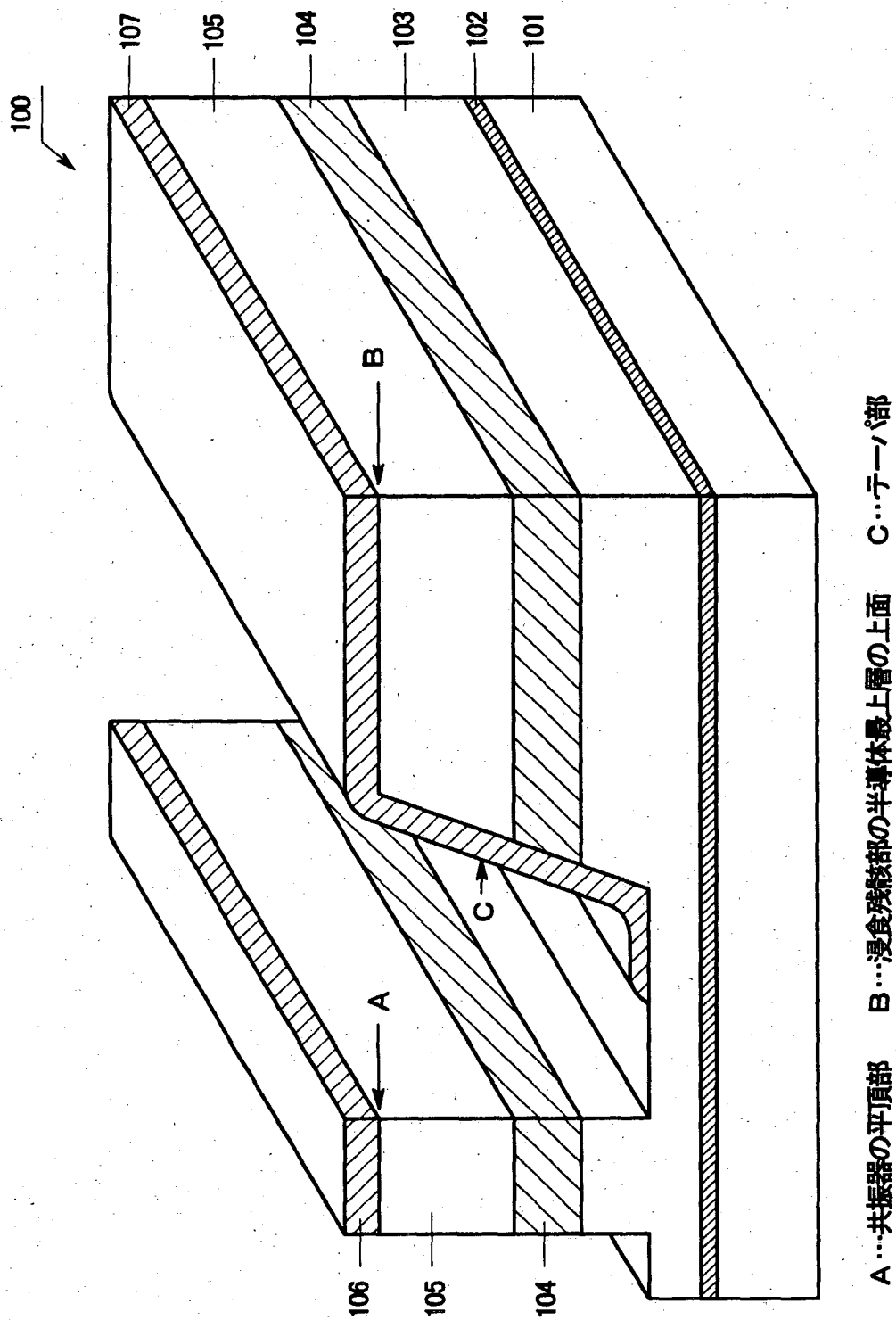
【図5】



【図 6】

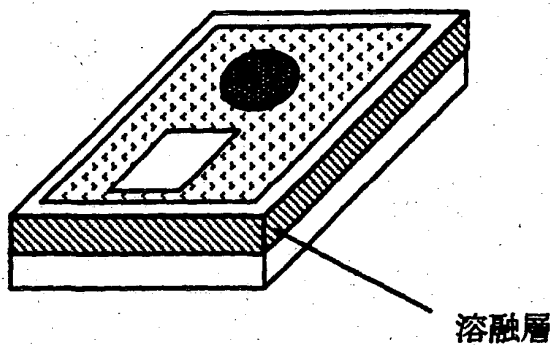


【図 7】

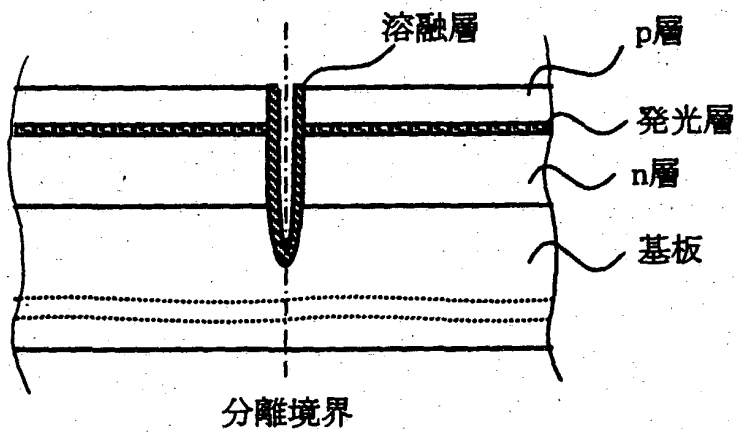




【図9】



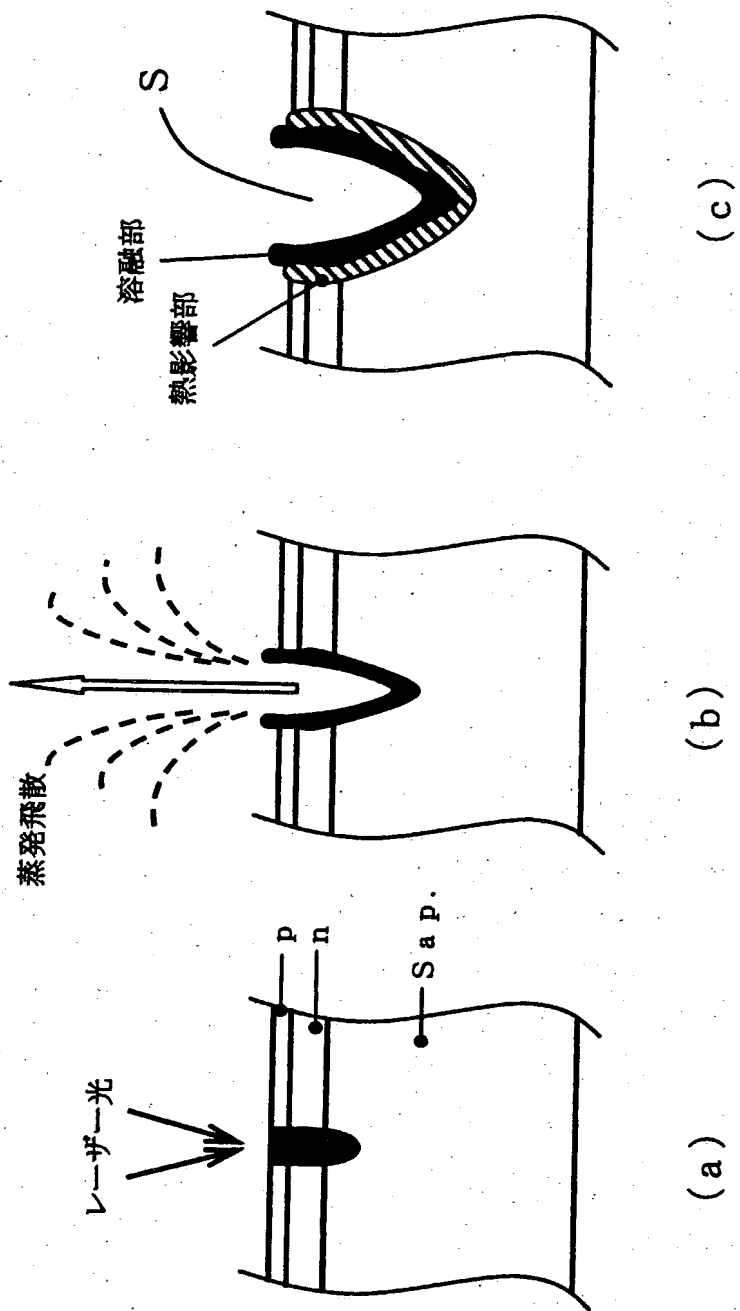
(a)



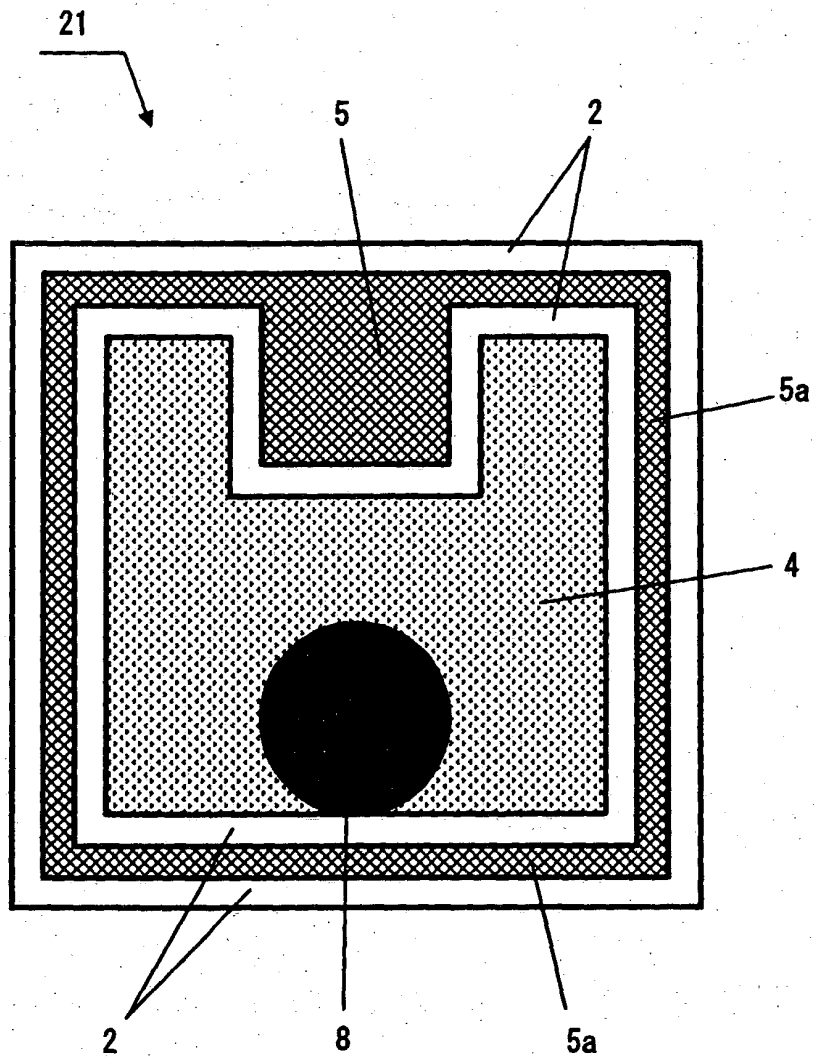
(b)



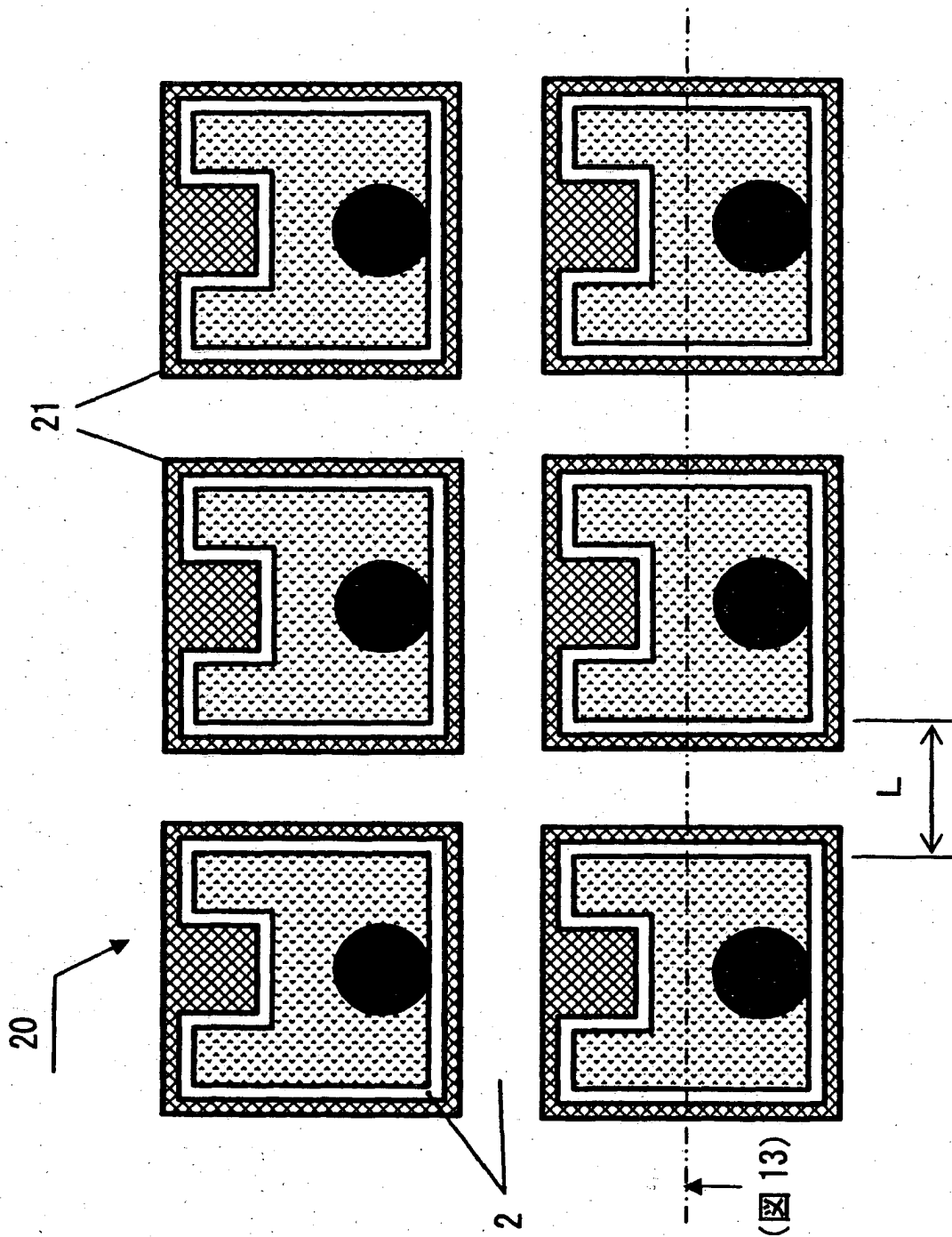
【図10】



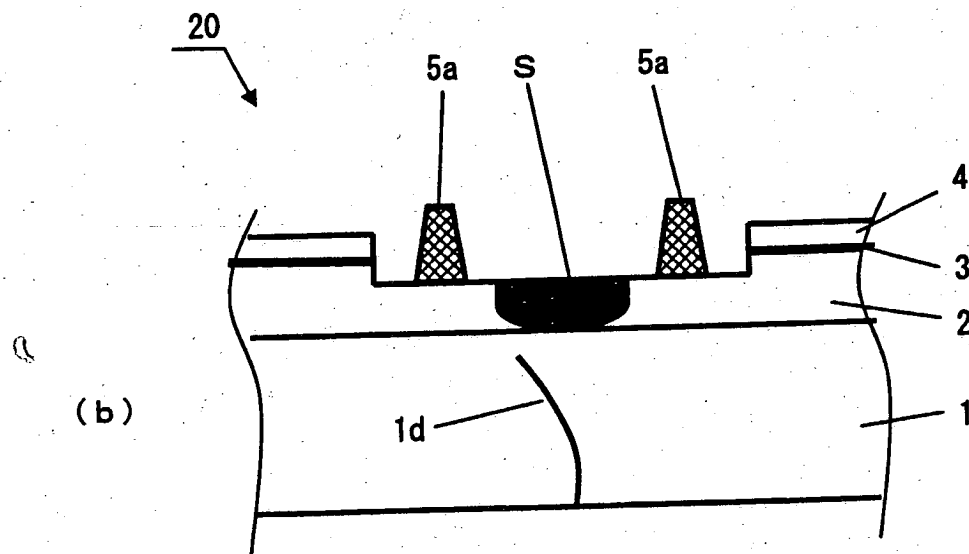
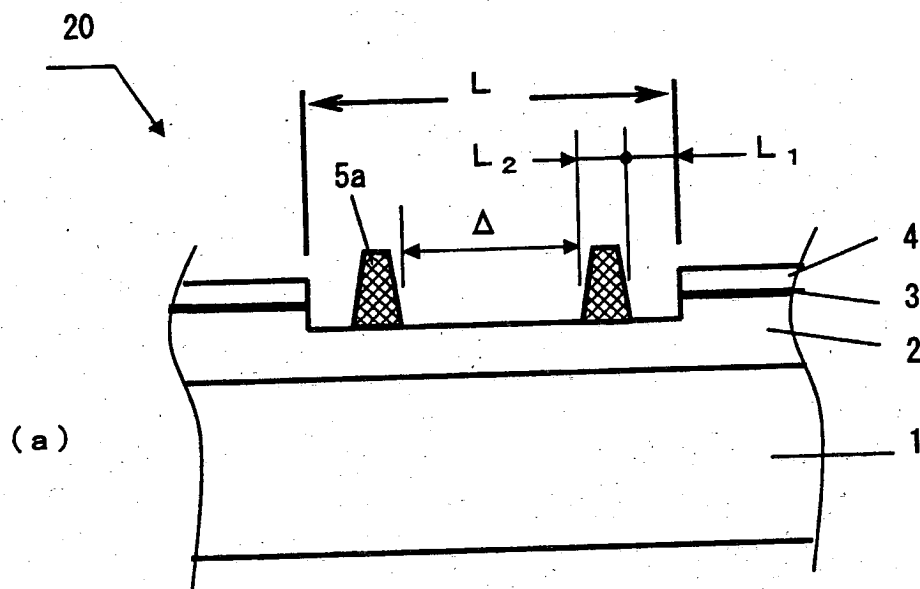
【図 11】



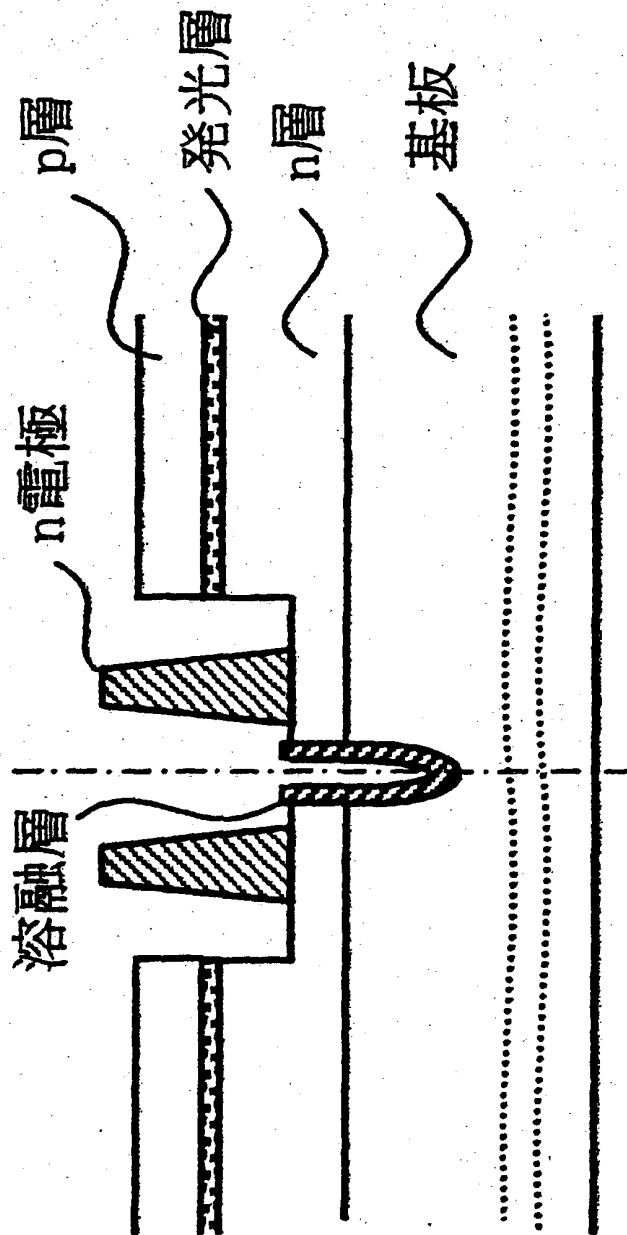
【図 12】



【図 13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体ウエハからより多数の半導体チップを取り出すことと、或いは、発光効率の高い半導体発光素子を従来よりも低コストで製造すること。

【解決手段】 半導体ウエハ10の上面（素子形成面）に、透明樹脂からなる保護膜6を樹脂塗布工程、樹脂硬化工程を経て形成する（図4（a））。次に、ビーム径約10 $\mu$ mのレーザービームを照射して、n層2の露出面より更に約50 $\mu$ m～70 $\mu$ m程度深い連続線状の分離溝Sを形成した（図4（b））。この後、サファイア基板1の裏面11を研磨して薄肉化させ、100 $\mu$ m厚の薄肉化ウエハ10を得た。図4（c）の符号1aはこの研磨処理により得られた処理面を、符号1bはこの処理面上にスクライバーを用いて形成した分割線をそれぞれ示している。この様な工法により、分離溝の形成等によって無駄になるウエハの幅を少なくとも30～40 $\mu$ m程度は削減することができる。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000241463]

1. 変更年月日 1990年 8月 9日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

氏 名 豊田合成株式会社